

ПРОТЕЗУВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЗОВНІШНІХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

Протези із зовнішніми джерелами енергії позбавляють хворого від силового навантаження як для забезпечення роботи механізмів протезу, так і для управління ними. Це надзвичайно важливо, якщо врахувати, що при користуванні протезом хворий повинен виконувати ці дії багато разів на день.

Будь-який вид управління протезом із зовнішнім джерелом енергії, за допомогою тяги або контактний, вимагає незначних компенсаторних рухів сегментів кінцівки і зусиль, а при біологічному і міотонічному способах управління хворі повністю звільняється від необхідності виконувати рухи сегментами протезованої кінцівки для управління протезами.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТЕЗІВ З БІОЕЛЕКТРИЧНИМ УПРАВЛІННЯМ

У даний час в практиці протезування знайшли застосування протези з біоелектричним управлінням для хворих після ампутації верхніх кінцівок на рівні плеча і передпліччя (рис. 2.18).

Протези верхніх кінцівок з біоелектричним управлінням мають значні переваги перед протезами інших конструкцій. Управління протезом за допомогою біоелектричних потенціалів функціональне, оскільки за своєю природою наближається до природного управління здоровою рукою. Воно частково відновлює умовнорефлекторні зв'язки, втрачені після ампутації. Користування протезом з біоелектричним управлінням повертає м'язам кукси властиву ним функцію скорочення і розслаблення, зменшує атрофію, нормалізує стан інших тканин кукси, поліпшує кровообіг і процеси обміну, позбавляє хворого від трофічних розладів кукси.

За допомогою біоелектричного управління хворий звільняється від необхідності компенсаторних рухів протезованою кінцівкою і тулубом, досягається точність рухів, що виконуються, оскільки кисть залишається в початковому положенні, а не переміщується, як це відбувається при вибірці тяги для управління тяговим протезом. Рухи в суглобах протезованої кінцівки використовуються для властивих їм функцій, а не для управління протезом, як в протезах з тяговим управлінням. Управління протезом можливе при будь-якому положенні протезованої кінцівки. При цьому немає так званих мертвих зон, що спостерігаються при користуванні тяговими протезами, в яких неможливе управління протезом, оскільки воно залежить від взаємного положення сегментів кінцівки, надпліч і тулубу. Всі ці особливості способу управління за рахунок електричних потенціалів м'язів кукси значно підвищують функціональні можливості хворого, розширюють діапазон трудових і побутових функцій, доступних виконанню за допомогою такого протезу.

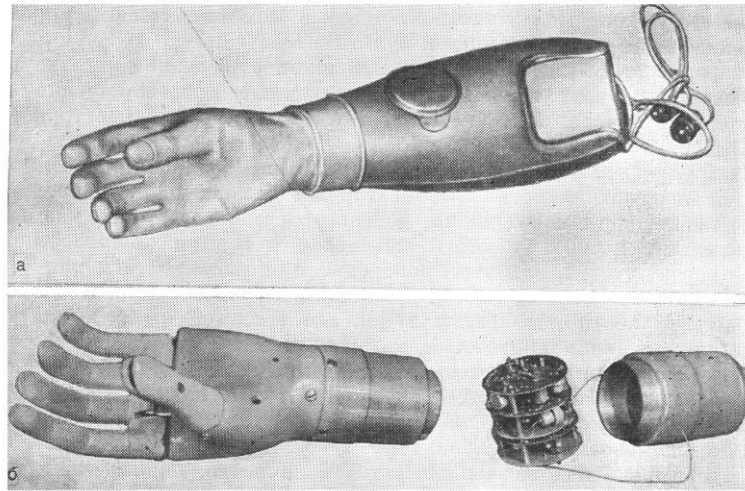


Рис. 2.18. Протез передпліччя з біоелектричним управлінням

*а – загальний вид протезу;
б – кисть та вузол ротації;
в – функція протезу*



У цей час відомо декілька різновидів протезів плеча і передпліччя з біоелектричним управлінням.

Для хворих з куксою передпліччя існують наступні протези:

- 1) протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і з вбудованим в протез вузлом управління;
- 2) протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і накладним вузлом управління;
- 3) протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і ротацією кисті. У протезі може застосовуватися як накладний, так і вбудований вузол управління;
- 4) протез передпліччя з біоелектричним управлінням двома парами рухів з вбудованим вузлом управління;
- 5) протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів з накладним вузлом управління і кистю четвертого типорозміру (для жінок і юнаків);
- 6) протез передпліччя з біоелектричним пропорційним управлінням однією парою рухів з вбудованим вузлом управління;

- 7) протез передпліччя з пропорційним управлінням двома парами рухів з вбудованим вузлом управління;
- 8) протез передпліччя з біоелектричним управлінням багатофункціональною кистю з вбудованим вузлом управління;
- 9) протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і з пристроєм зворотного зв'язку (для відчуття сили схоплення кистю) з вбудованим вузлом управління;
- 10) протез передпліччя з біоелектричним управлінням функцій кисті для дітей, починаючи з 4 років;
- 11) вдосконалений протез передпліччя з вбудованим або накладним вузлом управління підвищеної надійності і з вбудованим або накладним блоком живлення.

Під однією парою керованих рухів розуміють згинання і розгинання пальців кисті протезу, під іншою - супінація і пронація кисті протезу (ротація).

Приймальну гільзу для всіх цих різновидів протезів виготовляють з поліамідної смоли. У цих протезах можуть бути використані будь-які з видів існуючих кріплень: неспадаюча гільза, ремінцеве або фігурне кріплення, манжетка, шкіряна гільза з шкіряними ліктьовими шарнірами, вуздечка, шкіряна гільза з полегшеними шинами і ліктьовими шарнірами з холнітену, шкіряна гільза плеча з металевими шинами і металевими ліктьовими шарнірами.

При призначенні протезу з вузлом м'язової ротації хворим з булавовидною куксою після вилучення кисті доцільно виготовляти комбіновану приймальну гільзу передпліччя (проксимальна частина з марлі, яка просочена поліамідним лаком, а дистальна - з шкіри).

Вибір кріплення протезу зумовлений довжиною кукси, станом м'яких тканин кукси і плеча, характером робіт, що виконуються за допомогою протезу. Потрібно також враховувати стереотип, що склався у хворого щодо користування тим або іншим видом кріплення.

Неспадаюча гільза передпліччя забезпечує утримання протезу на куксі без додаткового кріплення. Вона виконує одночасно дві функції - є прийнятною гільзою і кріпленням протезу. Неспадаюча гільза охоплює куксу і область ліктьового суглобу, дозволяє здійснювати повне згинання в ліктьовому суглобі, але дещо обмежує розгинання (до 165-175°). Вона може бути призначена на будь-яку куксу передпліччя і є предметом вибору при протезуванні хворих з короткою куксою в межах верхньої третини передпліччя, а також дітей, оскільки попереджає розвиток рекурвації в ліктьовому суглобі і вивих головки променевої кістки. Деякі труднощі представляє виготовлення неспадаючої гільзи для хворих із зниженим харчуванням і різко вираженими кістковими виступами в області ліктьового суглобу при вираженому вальгусному відхиленні передпліччя.

Ремінцеве кріплення складається з основного шкіряного ремня і двох бічних. Основний ремінь охоплює плече над виростками по задній і бічним поверхням і, перехреснюючись в області ліктьової ямки, кріпиться до двох ґніпок на передній поверхні гільзи передпліччя. Він забезпечує утримання протезу в положенні розгинання ліктьового суглобу. Бічні ремені дистальними кінцями прикріплюються до гільзи передпліччя, а проксимальними - до основного ремня. Вони втримують протез на куксі при згинанні в ліктьовому суглобі. Ремінцеве кріплення потрібно призначати після односторонньої ампутації передпліччя при задовільному стані

м'яких тканин кукси, довжині її не менше за третину передпліччя і булавовидності дистального відділу плеча.

Фігурне кріплення є різновидом ремінцевого. Воно викроюється з суцільного відрізка шкіри, забезпечуючи тісне прилягання протезованої кінцівки на великій ділянці. Обидва різновиди кріплення забезпечують утримання протезу на куксі, не обмежуючи рухів в ліктьовому суглобі. Фігурне кріплення частіше застосовується у осіб із зниженим харчуванням і в'ялою шкірою.

При використанні манжетки і шкіряної гільзи плеча з шкіряними ліктьовими шарнірами контакт гільзи передпліччя з куксою менш тісний і декілька обмежене згинання в ліктьовому суглобі внаслідок напливу м'яких тканин між манжеткою плеча і гільзою передпліччя. Призначати такий вид кріплення можна тим же хворим, яким показане ремінцеве і фігурне кріплення. У зв'язку з меншою функціональною повноцінністю кріплення манжетками, його потрібно використовувати тільки в тих випадках, коли вироблений стійкий стереотип користування таким типом кріплення.

При побудові шкіряної гільзи плеча з полегшеними шинами і ліктьовими шарнірами з холнітену, шини плеча розташовують вздовж плеча по внутрішній і зовнішній поверхні, а ліктьові шарніри - відповідно проекції виростків плеча. Призначають таке кріплення хворим з куксою в межах верхньої третини з в'ялими тканинами, а також у відсутності булавовидності дистального відділу плеча через згладженість контурів його виростків, або надлишок м'яких тканин.

При необхідності великих вагових навантажень на протез під час роботи замість полегшення шин доцільно застосовувати шкіряну гільзу плеча з шинами і металевими ліктьовими шарнірами. Кріплення такої гільзи плеча будується за прийнятою методикою. Забезпечуються паралельність і співпадання осей ліктьових шарнірів, а положення зовнішнього шарніру повинно відповідати проекції зовнішнього виростку плеча.

Хворих зі стійким стереотипом користування протезом з жорстким кріпленням, у яких за родом праці, що виконується, немає великих вагових навантажень, краще перевести на більш полегшене кріплення - шкіряну гільзу плеча з полегшеними шинами і ліктьовими шарнірами з холнітену. У протезах з жорстким кріпленням потрібно забезпечити повний об'єм згинання і розгинання в ліктьовому суглобі, що досягається більш глибоким вирізом нижнього краю гільзи плеча по передній її поверхні.

Вузечка складається з ременя підковоподібної форми, поперечної перемички і пахової петлі у вигляді вісімки. Кінці підковоподібного ременя, який розташовують на передній поверхні плеча, кріплять до гільзи передпліччя відповідно проекції виростків плеча, а до вершини вуздечки прикріплюють задній кінець від пахової петлі, що розташована з протилежної сторони. На рівні нижньої третини плеча до підковоподібного ременя приєднують поперечну перемичку, яка облягає плече по задній поверхні. Передній кінець пахової петлі-вісімки закріплюють на поперечній перемичці або обрізають. Підковоподібний ремінь забезпечує утримання протезу на куксі при розгинанні в ліктьовому суглобі, а поперечна перемичка - при згинанні в лікті. Кріплення «вуздечкою» можна призначати хворим з куксами обох передпліч, якщо тканини не дуже в'ялі. Такий вид кріплення забезпечує утримання протезів на куксах і можливість самостійного надягання протезів. Крім того, при перенесенні тягарів, навантаження з куксою переноситься на надпліччя і спину. Кріплення вуздечкою показане також як

додаткове до будь-якого іншого виду кріплення при потребі часто переносити вантажі.

Для хворих з куксою плеча існують наступні протези:

- 1) протез плеча з біоелектричним управлінням однією парою рухів, тяговим ліктьовим шарніром, кульовим променезап'ястним шарніром і накладним вузлом управління, розміщеним на гільзі плеча або в гільзі передпліччя;
- 2) протез плеча з біоелектричним управлінням однією парою рухів, тяговим ліктьовим шарніром, механізмом пасивної ротації кисті і накладним електронним вузлом, розміщеним на гільзі плеча або в гільзі передпліччя;
- 3) протез плеча з біоелектричним управлінням двома парами рухів, з тяговим ліктьовим шарніром і вбудованим вузлом управління;
- 4) протез плеча з біоелектричним управлінням згинанням і розгинанням пальців кисті четвертого типорозміру, накладним електронним вузлом, тяговим ліктьовим шарніром і механізмом пасивної ротації кисті;
- 5) протез плеча з біоелектричним пропорційним управлінням двома парами рухів;
- 6) протез плеча з біоелектричним пропорційним управлінням трьома парами рухів.

Третя пара керованих рухів - це згинання і розгинання в ліктьовому шарнірі. Конструктивні особливості останнього дозволяють додатково проводити коливання передпліччям протезу, яке хворий використовує при ходьбі. Перемикання ліктьового шарніру з керованих рухів на вільне коливання здійснюється з положення максимального розгинання ліктя.

У всіх протезах плеча з біоелектричним управлінням може бути застосована суцільна поліамідна гільза плеча із захопленням або без захоплення передпліччя і роз'ємна гільза, що складається з вкладної і несучої частин.

Для жінок можливе кріплення вісімкою до спеціального ліфу. Як показує досвід протезування, найбільш зручна суцільна гільза плеча із захопленням надпліччя. У цьому випадку меншає навантаження масою протезу на кріплення, особливо на пахвову область.

Показання до призначення протезів багато в чому зумовлені їх конструктивними особливостями. У всіх протезах плеча і передпліччя з біоелектричним управлінням для відведення біопотенціалів з м'язів кукси в приймальній гільзі монтуються накладні знімачі струму. При побудові протезів використовуються одностипні вузли, а вузли управління протезами мають багато спільного. Все це дозволяє встановити загальні показання до призначення протезів з біоелектричним управлінням.

Протези передпліччя можуть бути призначені хворим майже всіх вікових груп, починаючи з 4 років, а протези плеча - переважно хворим у віці 15-60 років в урівноваженому нервово-психічному стані, при задовільному стані серцево-судинної системи і задовільному загальному тонусі організму. Біоелектрична активність кожного з двох керуючих м'язів кукси повинна складати не менше 50 мкВ (тобто дещо перевищувати поріг спрацювання протезу), тоді як електрична активність керуючого м'яза-антагоніста повинна бути нижчою за поріг спрацювання протезу (до 30 мкВ). Що стосується дітей, то у них величина електричної активності керуючих м'язів може не перевищувати 25-30 мкВ.

Оскільки в протезах, що забезпечують дві або три пари керованих рухів, використовуються біоелектричні сигнали від м'язів тільки двох груп, потрібні навички спеціального їх скорочення. Від цього і залежать додаткові показання.

Протези плеча і передпліччя з біоелектричним управлінням двома парами рухів

можна призначати в тому випадку, якщо при одночасному скороченні активність обох керуючих м'язів кукси однакова. Такий біоелектричний сигнал використовується для спрацювання перемикаючого пристрою. Необхідно також, щоб хворий мав навичку чергування роздільного і одночасного скорочення керуючих м'язів.

Протези плеча і передпліччя з біоелектричним пропорційним управлінням двома парами рухів, а також протез плеча з біоелектричним управлінням трьома парами рухів можна призначати при наявності «сплеску» електричної активності одного з керуючих м'язів, коли хворий вміє подавати різкий короткий біоелектричний сигнал високої амплітуди. Такий сигнал в цих протезах використовується для спрацювання перемикаючого пристрою. Необхідно виробити навичку чергування скорочення керуючих м'язів з електричною активністю різної амплітуди (для управління рухами сегментів протезу і перемикаючим пристроєм). Величина електричної активності керуючих м'язів може бути збільшена, а роздільність їх скорочення досягнута спеціальним тренуванням.

Професії хворих можуть бути різними, але потрібно враховувати диференційоване використання протезу на роботі і в побуті. При необхідності виконання робіт, пов'язаних з важкими фізичними навантаженнями, одночасно показане застосування робочого протеза.

Протези з біоелектричним управлінням можуть бути призначені хворим після двосторонньої ампутації, а також при вродженому недорозвиткові однієї або обох верхніх кінцівок по типу кукси плеча або передпліччя. У цих випадках найбільш доцільно виготовляти протез з біоелектричним управлінням на одну куксу і з тяговим управлінням на іншу куксу. Фішку для включення блоку живлення рекомендується монтувати в гільзі передпліччя, щоб хворий міг користуватися нею самостійно.

Всі різновиди протезів плеча можуть бути призначені дорослим з куксою на рівні середньої третини плеча. Довжина кукси повинна бути не менше за 6 см від переднього краю пахвової западини, а при більшій довжині укорочення повинно складати не менше 6 см від виростку плеча і 9 см від ліктьового паростка ліктьової кістки при згинанні здорової руки в ліктьовому суглобі під кутом 90° . Призначення протезів на куксу меншої довжини можливе, але виготовлення їх має особливості.

Додаткові показання до призначення протезів передпліччя залежать від конструктивних особливостей кожного з них.

Всі протези передпліччя, крім протезів з вузлом м'язової ротації або пристроєм зворотного зв'язку і протезів для дітей, можна призначати при куксі довжиною не менше 6 см (у дітей 4 см) від ліктьового згину. Виготовлення протезів на куксу меншої довжини можливе, але викликає деякі ускладнення. Доцільно використовувати неспадаючу гільзу.

Призначення протезу передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і накладним вузлом управління не має обмежень на довжину кукси. При довгій куксі (в порівнянні зі здоровим передпліччям укорочення менше за 2 см) можна виготовляти протез без механізму пасивної ротації кисті або з модифікацією променезап'ястного зчленування, запропонованого А. І. Ремізовим.

Протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і вбудованим вузлом управління може бути виготовлений на куксу, якщо в порівнянні з довжиною здорового передпліччя укорочення усіченого складає не

менше 4 см при використанні кисті п'ятого типорозміру.

Виготовлення протезу передпліччя з багатофункціональною кистю можливе при укороченні усіченого передпліччя в порівнянні з довжиною передпліччя здорової руки не менш ніж на 2 см.

Протез передпліччя з біоелектричним управлінням двома парами рухів може бути призначений при укороченні усіченого передпліччя в порівнянні зі здоровим не менш ніж на 8 см. Крім того, при одночасному скороченні електрична активність обох керуючих м'язів кукси повинна бути однаковою. Такий біоелектричний сигнал використовується для спрацювання перемикаючого пристрою. Необхідна також навичка чергування роздільного і одночасного скорочення керуючих м'язів.

Протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і м'язовою ротацією можна застосовувати в тому випадку, якщо кукса передпліччя не коротша середньої третини при збереженні пронаційно-супінаційних рухів кукси в об'ємі не менше 30°. При довгій куксі з укороченням усіченого передпліччя не менш ніж 4 см можна використовувати вбудований вузол управління. При укороченні менш ніж на 4 см протез повинен мати виносний або накладний підсилювач.

Протез передпліччя з біоелектричним управлінням однією парою рухів і механізмів зворотного зв'язку показаний при куксі передпліччя не коротшій 9 см від ліктьового згину, а при більшій довжині укорочення усіченого передпліччя в порівнянні з довжиною здорового передпліччя повинне бути не менше 7,5 см.

Протези передпліччя з пропорційним біоелектричним управлінням однією і двома парами рухів можуть бути виготовлені при укороченні усіченого передпліччя в порівнянні з передпліччям здорової руки не менш ніж на 10 см. Крім того, для протезу з біоелектричним управлінням згинанням і розгинанням пальців кисті протезу і її ротацією необхідна навичка почергового використання керуючих м'язів з електричною активністю різної амплітуди.

Протез передпліччя для дітей призначають хворим у віці від 4 до 12 років при умові відповідності розмірів здорової кисті першому, другому або третьому типорозмірам кисті протезу. Протез призначають на куксу передпліччя або при аномалії розвитку верхньої кінцівки по типу кукси передпліччя (довжина не менше 4 см від ліктьового згину). Показане виготовлення неспадаючої гільзи.

Призначення вдосконаленого протезу передпліччя з біоелектричним управлінням, що має вбудований блок живлення, можливе в тих випадках, коли укорочення кукси передпліччя відносно довжини здорового передпліччя складає не менше 6 см.

Виготовленню протезів з біоелектричним управлінням передують підготовка хворих до управління протезом.

Згинання і розгинання пальців кисті протезу регулюють біострумами, виникаючими при напруженні згинальної і розгинальної груп м'язів кукси. Звичайно вибирають ті м'язи, які мають найбільшу електричну активність при можливо меншій активності м'яза-антагоніста. Для того щоб управління протезом не спричиняло стомлення, необхідна величина електричної активності керуючого м'яза повинна досягатися без великого зусилля. Така активність не повинна перевищувати максимальної. У зв'язку з цим перед протезуванням визначають електричну активність м'язів кукси і роздільність їх скорочення. При необхідності проводять спеціальне тренування.

Основними задачами підготовки хворого до управління протезом є збільшення

активності керуючих м'язів і зменшення активності м'язів-антагоністів в момент скорочення керівників. Вироблення такого рухального акту проводиться під м'язово-суглобовим і зоровим контролем. По мірі освоєння цієї навички значення зорового контролю меншає, а м'язово-суглобового зростає. На початку тренування хворий контролює величину електричної активності і роздільність скорочення їх за приладами, а закріплює результат тренуванням по управлінню макетом протезу, керуючись м'язово-суглобовими відчуттями.

Для тренування обладнується спеціальна установка, в яку входять:

- 1) двохканальний підсилювач напруги такого ж типу, що і підсилювач напруження протезу;
- 2) два катодних осцилографи, підключених до виходів підсилювача;
- 3) два катодних мілівольтметри, підключених до виходів підсилювача паралельно осцилографам, для кількісної оцінки електричної активності м'язів і її зорового контролю;
- 4) електроди (такі ж, як в протезах), сполучені з входами підсилювача;
- 5) калібратор (генератор синусоїдальних сигналів частотою 100 Гц з амплітудою 100 мкВ) для калібрування апаратури;
- 6) макет біоелектричного протезу.

При протезуванні дітей перераховані прилади замінюються спеціальним стендом БЕС-1, на передній панелі якого виникає зображення вовка або зайця відповідно скороченню м'язів групи (згиначів або розгиначів). Замість управління макетом протезу контролюється управління електромеханічними іграшками.

Обстеження хворого і тренування починають після калібрування приладів. Для цього на вхід підсилювача посиляють сигнал від калібратора (100 мкВ) і за допомогою регулятора підсилювача прагнуть отримати на виході 100 мВ, які відповідають 100 мкВ активності м'яза, що досліджується. Ця величина вимірюється відхиленням стрілки мілівольтметра і величиною амплітуди на екранах осцилографу. Останні зручно калібрувати так, щоб 100 мВ вхідних сигналів від калібратора викликали на екрані амплітуду, що дорівнює 4 см (2 см вгору і 2 см вниз від середньої лінії).

Калібратор відключають від підсилювача і приєднують до останнього електроди, після чого на вхід підсилювача поступають електричні сигнали від м'язів.

Під час тренування навички роздільного скорочення м'язів поза хворого повинна бути зручною, м'язи розслаблені. Звичайно хворий сидить перед приладами. Кукса передпліччя при цьому лежить на столі або стегнах хворого, кукса плеча вільно опущена. Заздалегідь необхідно розказати хворому про значення тренування, показати, скороченню якого м'яза відповідає свідчення приладів.

Щоб знайти місце відведення найбільшої активності м'язів, хворому пропонують зігнути або розігнути відсутню кисть або пальці, а хворому з куксою плеча додатково зігнути або розігнути відсутній ліктьовий суглоб. Пальпацією визначають на куксі місце найбільшого напруження м'яза, на яке накладають електрод. Під час пошуку місць відведення електрод можна переміщувати. Якщо хворому не вдається здійснити фантомне управління куксою, його потрібно відновити, порекомендувавши виконати його здоровою рукою. При аномалії розвитку кінцівки по типу кукси плеча або передпліччя навчання хворих активному скороченню м'язів кукси полегшується, якщо шкіряну складку на рудиментарному утворенні кінцівки змістити наперед або назад. Під час тренування не треба допускати тривалого

напруження м'язів, щоб не наступило стомлення. Скорочення м'язів повинно чергуватися повним розслабленням для їх відпочинку.

Після того як хворий засвоїть навичку роздільного скорочення м'язів з необхідною величиною електричної активності під зоровим контролем, переходять до другого етапу тренування - управлінню макетом, при якому контролем правильного скорочення м'язів є тільки м'язово-суглобове відчуття хворого і спрацювання макету.

Для підвищення рівня активності керуючих м'язів хворому, крім тренування, рекомендують провести самостійно фантомні скорочення 5-6 разів на день або додатково призначають загальнозміцнюючу і фантомно-імпульсну гімнастику, електростимуляцію м'язів і масаж (ручний або вібротерапія). Тривалість тренування 30-40 хв. Число тренування різне (3-4, а у деяких випадках 6-10 сеансів). Варто пам'ятати, що на куксі з в'ялими тканинами, а також на куксі плеча в порівнянні з куксою передпліччя електрична активність нижча. Відведенню біопотенціалів заважає значний підшкірний жировий шар, тому кількість тренування для хворих з куксою плеча більша, ніж для хворих з куксою передпліччя.

Зняття мірки при виготовленні біоелектричних протезів проводять за загальноприйнятою методикою. Додатково вимірюють укорочення усіченого плеча або передпліччя (кукси) відносно довжини здорового плеча або передпліччя для розв'язання питання про призначення протезу з біоелектричним управлінням і розміщення його вузлів.

Приймальну гільзу виготовлюють за гіпсовим позитивом. При виготовленні гіпсового негативу для протезів передпліччя з кріпленням куксі надають положення, середнє між супінацією і пронацією, і одночасно положення згинання в ліктьовому суглобі під кутом 135° , а якщо пронаційно-супінаційні рухи відсутні, то тільки положення згинання в ліктьовому суглобі. При знятті гіпсового негативу для неспадаючої гільзи кукса повинна знаходитися в положенні менш вираженого згинання в ліктьовому суглобі під кутом $145-160^{\circ}$.

Гіпсові бинти накладають на куксу, область ліктьового суглобу і нижню третину плеча, а потім старанно моделюють. При виготовленні неспадаючої гільзи роблять додаткове моделювання негативу для утворення напівколового пелоту над виростками плеча, для чого, обхопивши плече позаду I і III пальцями, стискають м'які тканини над виростками плеча, а на задній поверхні на тому ж рівні намічають ділянки втиснення, які заглиблюють нерізким рухами кінчиків пальців після зняття гіпсового негативу з кукси. При куксі в межах верхньої третини передпліччя роблять додаткове моделювання з метою утворення передніх пелотів. Для цього I і II пальцями іншої руки натискають на долонно-променевою поверхню гіпсового негативу біля ліктьового згину і дистальніше протягом 3-4 см, створюючи на негативі виступ відповідно проекції сухожилля двоголового м'яза плеча.

Форма дистальної частини гільзи передпліччя і моделювання дистального відділу гіпсового негативу залежать від конструктивного різновиду протезу. При виготовленні протезів передпліччя (крім протезів з вузлом мускульної ротації) може бути використана методика подовження негативу. До дистального відділу кукси, по подовжній її осі, прикладають циліндр, діаметр якого дорівнює діаметру фланця кисті протезу або дистального вузла. Так, коло циліндру для протезів з однією парою рухів з кистю п'ятого типорозміру і для протезів з багатофункціональною кистю дорівнює 16 см, для протезів з однією парою рухів з кистю четвертого

типорозміру - 13,5 см, а для протезів з пристроєм зворотного зв'язку - 18 см і т.д. Гіпсові бинти в таких випадках накладають на кукусу і циліндр.

При виготовленні протезу з вузлом мускульної ротації методика подовження гіпсового негативу неприйнятна. Дистальний відділ негативу моделюють з розрахунком створення еліпсоїдної форми і утворення долонного і тильного пелотів. Для цього бічними поверхнями перших пальців та кистю натискають на долонну і тильну поверхню дистальної половини гіпсового негативу відповідно міжкістного проміжку між ліктьовою і променевою кістками. Отже, моделювання проксимального відділу гіпсового негативу зумовлюється характером кріплення протезу, а дистального відділу - конструктивними особливостями протезу.

Методика виготовлення гіпсового негативу полягає в наступному. Хворий знаходиться в положенні стоячи. Положення надпліч вільне, кукуса плеча відведена на $50-70^{\circ}$. Круговими рухами на кукусу і область плечового суглобу накладають гіпсові бинти (в пахвовій області треба не натягувати їх, а занурювати в пахвову западину). Потім хворий опускає кукусу вздовж тіла. Лікар і технік моделюють зліпок у верхньому відділі - в області пахвової западини, сухожиль м'язів і зовнішньої поверхні кукуси. Верхній край внутрішньої стінки негативу повинен бути високим і у вигляді пелоту заходити в пахвову западину. Передня і задня поверхні негативу на місцях переходу на внутрішню поверхню повинні створювати поглиблення (ложа) для сухожиль м'язів, створюючих пахвову западину. На зовнішній поверхні негативу, відповідно верхній третині, потрібно моделювати поперечно розташований пелот. Для того, щоб при знятті гіпсового зліпку хворий міг надати кукусі властиве їй опущене положення, слід до виготовлення гіпсового зліпку звернути увагу на її звичайне положення відносно тулубу у фронтальній і сагітальній площинах. Після затвердіння бинтів гіпсовий негатив знімають з кукуси і перевіряють отриману форму. При необхідності виправляють її пальцями.

Примірку протезів починають з контролю приймальної гільзи. Вона повинна облягати кукусу на всьому протягу, не спричиняючи надмірного тиску, не перешкоджати допустимим рухам в суглобах, а при побудові неспадаючої гільзи забезпечувати утримання її на кукусі.

Дуже важливо правильно провести обрізання проксимального відділу гільзи. При наявності кріплення гільзи для протезу передпліччя спочатку обрізають так, щоб бічні поверхні її захоплювали виростки плеча, задній край дійшов до виступаючої частини ліктьового паростку, а передній - до згину ліктьового суглобу. Тільки після надягання гільзи на кукусу, перевірки її розмірів і перенесення на гільзу проекції виростків плеча уточнюють лінію обрізання її проксимального відділу. Бічні стінки гільзи значно довші передньої та задньої і повинні бути на 1-2 см вищі за виросток плеча. Виріз гільзи позаду звільняє ліктьовий паросток, а спереду відповідає формі кукуси при згинанні в ліктьовому суглобі. Потрібно пам'ятати, що більш дистальніше розташування передньої стінки приводить до випинання м'яких тканин при згинанні в ліктьовому суглобі, викликаючи їх защемлення і зісковзування гільзи з кукуси. Можливе виготовлення гільзи з обхватом ліктьового суглобу позаду.

При примірці неспадаючої гільзи передпліччя обрізання її проксимального відділу має свої особливості. Висота задньої стінки гільзи передпліччя повинна відповідати проксимальному відділу пелота, ширина якого 1-1,5 см. Якщо хворому доводиться часто носити які-небудь предмети масою більше за 3-4 кг, висоту

задньої стінки гільзи передпліччя варто збільшити на 3-8 мм. Передня стінка гільзи передпліччя нижча задньої і розташовується на 2-6 см дистальніше ліктьового згину в залежності від довжини кукси. Чим довша кукса, тим дистальніше повинна знаходитися стінка. Висота передньої стінки повинна забезпечити можливість надягання протезу на куксу в положенні невеликого згинання в ліктьовому суглобі і як можна більший контакт з куксою для управління протезом. Крім того, передня стінка гільзи передпліччя повинна перешкоджати напливу м'яких тканин кукси при згинанні в ліктьовому суглобі.

Бічні стінки приймальної порожнини в області ліктьового суглобу охоплюють виростки плеча, а передній їх край повинен розташовуватися в 3-4 см спереду від виростків плеча. При цьому краї бічних стінок варто робити як би перпендикулярними краям задньої і передньої стінок гільзи передпліччя. Останні майже паралельні одна одній. Переходи між краями стінок закруглені, радіус їх кривизни біля 1 см.

Передню стінку приймальної порожнини для кукси передпліччя в межах верхньої третини формують таким чином. Відповідно сухожиллю плечового м'яза на передній стінці гільзи передпліччя роблять язикоподібний виріз, глибина якого залежить від міри вистояння сухожилля при згинанні в ліктьовому суглобі. Проксимальний край передньої стінки по сторонах язикоподібного вирізу розташовується на 1-1,5 см дистальніше ліктьового згину під тупим кутом до краю бічних стінок. Така фігурна форма краю передньої стінки гільзи передпліччя забезпечує контакт гільзи з куксою, необхідний для управління протезом, і одночасно не обмежує згинання в ліктьовому суглобі.

Під час примірки гільзи для протезу з вузлом мускульної ротації додатково перевіряють прилягання дистального відділу гільзи до кукси. Гільзу розрізають упоперек, встановлюють ротаційне кільце, контролюють степінь відповідності ротаційних рухів кукси ротації дистальної частини гільзи протезу. При недостатньому контакті кукси з гільзою можна збільшити висоту долонного і тильного пелотів в дистальному відділі гільзи.

Проводячи примірку гільзи на куксу плеча, необхідно протягати м'які тканини кукси за допомогою трикотинової стрічки, яка накладається на внутрішню поверхню гільзи відповідно внутрішній поверхні кукси. Такий спосіб надягання гільзи сприяє правильному розташуванню м'яких тканин кукси в гільзі. Важливо визначити відповідність висоти пахвового пелоту розмірам пахвової западини і відсутність тиску в області сухожилля м'язів, створюючих пахвову западину. Як вже було сказано, зовнішня стінка приймальної гільзи може розташовуватися на 1,5-2 см нижче за акроміального паростка лопатки або охоплювати надпліччя. При цьому, крім прагнення розвантажити куксу і пахвову область протилежної сторони, необхідно пам'ятати, що верхній край гільзи повинен знаходитися не менш ніж на 1-1,5 см вище від струмоз'ємників. Рекомендується також в приймальній гільзі шляхом обрізання її сформувати округлі пелоти спереду відповідно розташуванню пахвової западини, а позаду - в області западання тканин біля зовнішнього краю лопатки. Такий контур приймальної гільзи сприяє більш щільному її контакту з куксою.

Після примірки приймальної гільзи приступають до збирання протезу і підгонки кріплення. Збирання рекомендується провести в присутності хворого, для чого використовується так звана примірювальна кисть. Під час примірки протезу

передпліччя після контролю приймальної гільзи у відсутності кріплення довжину протезу визначають після установки «примірювальної» кисті. Протез повинен бути на 1-2 см коротшим здорової руки. Необхідно мати на увазі, що неспадаюча гільза передпліччя перешкоджає повному розгинанню в ліктьовому суглобі.

При наявності кріплення після контролю приймальної порожнини рекомендується зробити підгонку кріплення і вже тільки після цього контролювати довжину протезу.

Кожне з видів кріплення повинно відповідати правилам його побудови, не перешкоджати згинанню і розгинанню в ліктьовому суглобі, забезпечувати утримання протезу на куксі в різних положеннях протезуємої кінцівки, не зміщуючи гільзу відносно кукси. М'які види кріплення допускають також ротаційні рухи кукси.

Під час примірки протезу плеча після контролю приймальної гільзи потрібно намітити її напрямок відносно вузла лікоть - передпліччя або несучої гільзи з вузлом лікоть - передпліччя. Дуже важливо, щоб гільза плеча співпадала зі звичайним для хворого напрямом кукси, як у фронтальній, так і в сагітальній площині, а дистальна частина протезу розташовувалася вертикально, не зачіпаючи тулубу і не приймаючи положення відведення.

При підгонці кріплення варто домагатися розташування хрестоподібного його перехрещення на рівні III-IV грудних хребців, а частини кріплення, що забезпечують «підвіску» протезу, - вздовж надпліччя хворого. Необхідний напрямок керуючих тяг (ліктьової - спереду від ліктьового шарніру, а замкової - по подовжній осі приймальної гільзи) можна забезпечити установкою направляючих кілець. Перевіряють довжину протезу як загалом, так і по сегментах.

Важливою особливістю примірки протезів з біоелектричним управлінням є визначення місць розташування струмоз'ємників на гільзі протезу. Воно можливе тільки після контролю довжини протезу, приймальної порожнини, кріплення та збирання протезу. Проекції найкращої електричної активності м'язів переносять з кукси на приймальну гільзу протезу за допомогою спеціального приладу. Щупом приладу на зовнішній поверхні приймальної гільзи протезу знаходять проекцію розташування феромагнітних пластинок, накладених на шкіру в місцях відведення біострумів. Доцільно здійснювати контроль шляхом оцінки можливості управління макетом через струмоз'ємники.

При видачі протезів варто контролювати роздільно якість збирання протезу, приміряючи його на хворому, роботу електричної частини протезу без хворого, електричну активність м'язів кукси за приладами і в останню чергу можливість управління протезом.

Під час контролю електричної активності керуючих м'язів у разі виготовлення протезу з двома або трьома парами керованих рухів дуже важливо з'ясувати можливість управління м'язами (двоголовий м'яз забезпечує згинання пальців і ліктя, пронацію кисті, триголовий - розгинання пальців і ліктя, супінацію кисті) і перемикаючим пристроєм. Контролюють можливість або одночасне скорочення двох керуючих м'язів, або «сплеску» активності одного з них, коли в короткий час досягається його активність, яка близька до максимальної, в залежності від способу управління перемикаючим пристроєм.

Особливо важливо оцінити можливість управління перемикаючим пристроєм в протезі плеча з трьома парами керованих рухів. Керуючі сигнали з кисті

перемикаються на управління вузлом ротації шляхом скорочення триголового м'язу плеча і зворотно, з кисті на лікоть - скорочення двоголового м'язу плеча і зворотно. При перемиканні керуючих сигналів з вузла ротації на лікоть подається «сплеск» активності з двоголового, а зворотно - з триголового м'язу плеча. Перемикання допомагає хворому швидше виробити автоматизм управління протезом. Вимкнення блоку живлення автоматично приводить до перекладу керуючих сигналів на кисть.

Контроль якості збирання протезу полягає в перевірці правильності моделювання гільзи, якості кріплення, довжини протезу, розташування струмоз'ємників, оцінці можливості пасивної ротації кисті і передпліччя, в протезі з вузлом м'язової ротації - управління ротацією кисті за рахунок просупінаційних рухів кукси, а в протезі плеча - управління ліктьовим шарніром. У протезах з двома і трьома парами керованих біострумами рухів відповідно контролюють можливість почергового управління згинанням і розгинанням пальців кисті, її ротації (супінація і пронація), а також згинанням і розгинанням в лікті. Під час перевірки управління протезом його варто починати в умовах розвантаження кукси, тобто в положенні хворого сидячи, коли кисть протезу лежить на стегнах, протез плеча може бути опущений вниз, вздовж тулубу.

Необхідно пам'ятати, що при надітому на куксу протезі, особливо плеча, у хворих дещо втрачається відчуття напруження м'язу, адекватне такому без протезу. Потрібно рекомендувати хворому уникати сильного напруження м'язу, щоб не спричиняти скорочення м'яза-антагоніста, а після скорочення розслабляти м'яз. Тільки пересвідчившись в можливості управління протезом, варто продовжити перевірку його при більш складних завданнях.

Завдання полягають в управлінні протезом при різноманітному положенні протезуємої кінцівки, управлінні ротаційними рухами кисті протезу передпліччя за рахунок просупінаційних рухів кукси або рухами ліктьового шарніру в протезі плеча без мимовільного спрацювання кисті протезу, визначенні можливості управління дозованими рухами кисті і виконання простих функцій. Хворому дають завдання взяти кистю протеза і перекласти в межах тієї ж площини (наприклад, на столі) предмети різного розміру і форми, а потім зробити ті ж дії з дрібними предметами за допомогою пінцету, що втримується кистю протезу, виконати завдання у тренувального стенду (з побутовими предметами), спробувати писати, їсти ложкою або виделкою, пити зі склянки. Тільки при впевненості, що хворий зрозумів прийоми користування протезом, можна видати його хворому. При первинному протезуванні з використанням біоелектричного управління хворий навчається користуванню протезом в умовах стаціонару протезно-ортопедичного підприємства. Що стосується протезування з використанням багатофункціональних протезів, то навчання користуванню ними обов'язково повинно проводитися в стаціонарі протезно-ортопедичного підприємства. Первинне протезування дітей необхідно здійснювати також в стаціонарі. Результат протезування варто оцінювати, користуючись однією з методик об'єктивної оцінки. Повторне протезування доцільно провести в стаціонарі, якщо функціональний результат користування протезом був недостатнім.

Після видачі протезу необхідне систематичне спостереження за хворим. Перший огляд рекомендується провести через 1-3 міс після видачі протезу. Надалі (через півроку) можна задовольнитися письмовою відповіддю хворого на спеціально вислану анкету. Хворому рекомендують при появі несправностей в протезі

звертатися на протезно-ортопедичне підприємство для усунення дефектів або в крайньому випадку переслати протез поштою.

Найбільш часті помилки при протезуванні:

- 1) Призначають протез у відсутність електричної активності керуючих м'язів необхідної величини. Це виключає можливість управління протезом.
- 2) При побудові неспадаючої гільзи передпліччя бічні стінки в області ліктьового суглобу роблять низькими, не захоплюючи виростки плеча, що значно погіршує або виключає умови утримання протезу на куксі при згинанні в ліктьовому суглобі.
- 3) При виготовленні ремінцевого кріплення дуже туго натягують основний ремінь, що приводить до появи венозного застою на куксах і болів.
- 4) При побудові кріплення протезу плеча підтримуючу протез тягу розташовують не вздовж надпліччя, а позаду, що зумовлює зміщення приймальної гільзи відносно кукси.
- 5) Не протягають м'які тканини при надяганні протезу плеча, що негативно позначається на адаптації кукси з гільзою і утриманні протезу.
- 6) Недбало відмічають місця розташування струмоз'ємників і місце кріплення. Це приводить до невідповідності розміщення електродів після монтажу їх і місць відведення біострумів з кукси, що перешкоджає управлінню протезом.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТЕЗІВ З МІОТОНІЧНИМ УПРАВЛІННЯМ

У цей час практичне застосування на деяких протезно-ортопедичних підприємствах знайшов ще один вид протезу передпліччя із зовнішнім джерелом енергії - протез з міотонічною системою управління однією або двома парами рухів. Кисть протезу з мотором та редуктором і блок живлення такі ж, як в біоелектричному протезі, а управління рухами кисті здійснюється тиском на датчик, вибраний для управління м'язом, за рахунок зміни розмірів кукси в момент скорочення м'язів. Для спрацювання датчика необхідно, щоб в момент скорочення керуючого м'яза поперечний розмір кукси змінився не менше ніж на 3-4 мм.

Управління двома рухами кисті - згинанням і розгинанням пальців - здійснюється одним і тим же м'язом, але характер скорочення її різний. Плавне скорочення м'язу спричиняє згинання пальців кисті, швидке - розгинання пальців. Отже, для управління протезом необхідно, щоб при напруженні керуючого м'яза на одній з його ділянок визначалося напруження з деяким вибуханням, що збільшує поперечний розмір кукси на 3-4 мм, щоб хворий міг чергувати скорочення м'язів з розслабленням, а саме скорочення м'язу проводити в різному темпі. Найбільш доцільно використовувати як керуючий сигнал скорочення м'язів кукси з групи розгиначів (загальний розгинач пальців або довгий променевиий розгинач кисті). Однак не виключене використання м'язів кукси з групи згиначів.

Протез передпліччя з міотонічною системою управління може бути призначений на куксу передпліччя довжиною не менш ніж 7 см від ліктьового згину. Крім того, необхідна наявність тих якостей кукси з боку м'язу, які потрібні для управління протезом. Потрібно враховувати також бажання хворого користуватися протезом даної конструкції. Стан м'язів, необхідний для управління протезом, може бути досягнутий загальноприйнятими заходами, поліпшуючими їх стан (гімнастика, фантомно-імпульсна гімнастика, масаж), а також спеціальним тренуванням по

скороченню керуючого м'язу в заданому темпі.

Найбільш показане застосування неспадаючої поліетиленової або поліамідної гільзи. Можливе також виготовлення протезу з кріпленням будь-якого різновиду. Зняття мірки і виготовлення гіпсового негативу проводять по загальноприйнятій методиці. Розміри позитиву контролюють за вимірюваннями кукси на трьох рівнях і в області ліктьового суглобу та обчеркам кукси в двох проекціях, а потім збільшують на 0,5-1 см в діаметрі з урахуванням товщини чохла. При виготовленні приймальної гільзи з поліетилену важливо не допускати перегріву заготівлі перед блокуванням (моделюванням).

Під час примірки проксимальний відділ гільзи обрізають. Форма проксимального відділу гільзи повинна забезпечувати можливість надягання протезу, утримання його на куксі, не перешкоджати рухам в ліктьовому суглобі. Місце розташування датчика для управління протезом переносять з кукси на гільзу за допомогою фарбувальної речовини. При настройці датчика варто мати на увазі, що величина ходу рухомого штоку повинна бути не менше за 2,5-3 мм. Настройку датчика проводять при розігнених пальцях кисті протезу. Регулювальним гвинтом наближають датчик до кукси з напруженим керуючим м'язом доти, поки не почнеться згинання пальців.

При видачі протезу перевіряють правильність його збирання та можливість управління їм. Навчання користуванню протезом здійснюють за методикою навчання користуванню протезом з біоелектричним управлінням, починаючи з простих завдань і переходячи до більш складних.

Є два різновиди протезів з електроконтактним управлінням: протез кисті (для хворих з куксою зап'ястка або короткою куксою п'ястя) і протез на куксу після вилучення плеча (для хворих після одно- або двостороннього вилучення плеча, а також при вираженій аномалії розвитку верхніх кінцівок при наявності рудименту кисті або пальців). У цих протезах привід і блок живлення використовуються від біоелектричних протезів. Управління функцією кисті електроконтактне, подібне міотонічній системі, здійснюється замиканням контактів мікроперемикачів за допомогою рухів кукси кисті (в протезі кисті), надпліччя або рудиментів недорозвиненої кінцівки (в протезі після вилучення плеча). У останньому, управління ліктьовим шарніром -тягове. Ротація кисті і передпліччя відносно плеча, а також рухливість в плечовому шарнірі пасивні. Конструкція плечового шарніру забезпечує 10 фіксованих положень гільзи плеча відносно тулубу хворого.

Особливістю протезування є установка електроду в положенні, яке забезпечує тільки довільний контакт з ним керуючого відділу кукси або недорозвиненої кінцівки.

ЗАСТОСУВАННЯ ПРОТЕЗІВ З СЕНСОРНИМ УПРАВЛІННЯМ

У наш час застосовується протез плеча з сенсорним управлінням функції кисті для хворих з аномаліями розвитку верхніх кінцівок, які мають недорозвинені кисть або пальці з активною рухливістю малої амплітуди і сили. У цьому протезі використовуються кисть (з мотором і редуктором) і акумуляторна батарея від протезів з біоелектричним управлінням. Що стосується системи управління, то застосовується лише підсилювач потужності також від протезів з біоелектричним управлінням. Електроди з нержавіючої сталі, забезпечують контактний спосіб

управління кистю, монтуються в приймальній гільзі протезу. Їх розташування і напрямок зумовлюються положенням і напрямом довільної рухливості рудиментів пальців кисті. Необхідні вільне розташування керуючих рудиментів в гільзі (поза торканням з електродами) і можливість роздільного дотику до електродів одним або двома рудиментами при управлінні функцією кисті протезу.

При побудові протезу враховують анатомо-функціональні особливості недорозвиненої кінцівки і її укорочення. Рухливість плечового суглобу або надпліччя із задовільною силою м'язів дозволяє використовувати активний ліктьовий шарнір з тяговим управлінням. Відсутність активної рухливості вказаних відділів або мала сила м'язів свідчать про необхідність побудови протезу з пасивним ліктьовим шарніром із замком (секторним, з безступеневою фіксацією, кнопковим і ін.). Крім того, якщо довжина недорозвиненої кінцівки дорівнює довжині плеча здорової руки або дещо перевищує її, то показаний протез з накладним ліктьовим шарніром.

При підготовці до протезування проводиться тренування активних переміщень рудиментів пальців або кисті, а також рухливості плечового суглобу і надпліччя з метою управління протезом.

Зняття мірки, виготовлення гіпсового негативу, примірка проводяться за загальноприйнятою методикою зі суворим дотриманням ретельності виконання всіх операцій. Додатково під час примірки протезу знаходять місця розташування електродів, заздалегідь встановлюють їх і контролюють можливість управління функцією кисті. Підганяють кріплення і контролюють управління (активне або пасивне) ліктьовим шарніром.

При виготовленні протезу з сенсорним управлінням доцільне пробне користування ним для обробних робіт з метою уточнення відповідності елементів побудови анатомо-функціональним особливостям недорозвиненої кінцівки. Видавати протез можна тільки після навчання користуванню протезом. Для цього хворого почергово навчають сенсорному управлінню функцією кисті і тяговому або пасивному управлінню функцією ліктя, чергуванню їх, а потім предметним діям. Протезування потрібно проводити в стаціонарі протезно-ортопедичного підприємства.

ПРОТЕЗУВАННЯ ПНЕВМАТИЧНИМ ПРОТЕЗОМ ПІСЛЯ ВИЛУЩЕННЯ ПЛЕЧА

Пневматичний протез на куку після вилущення плеча є також протезом із зовнішнім джерелом енергії. Однак в ньому, на відміну від протезів і ортезів з біоелектричним і міотонічним, електроконтактним і сенсорним управлінням, джерелом енергії є стислий вуглекислий газ. За допомогою пневмоприводу в протезі забезпечується згинання і розгинання в ліктьовому шарнірі, а також згинання і розгинання пальців кисті. Ці рухи регулюються невеликим натягненням тяги. Рухами в ліктьовому шарнірі можна управляти шляхом натягнення тяги, розташованої між наплічником і поясом, за рахунок підйому надпліччя і нахилу тулубу в протилежну від протезу сторону. Велика величина зусилля на тязі спричиняє згинання в ліктьовому шарнірі, менша - розгинання. Фіксацію замка ліктьового шарніру здійснюють різким розслабленням ліктьової тяги за рахунок опускання надпліччя. Рухи пальців кисті керуються натягненням іншої тяги,

розташованої також між наплічником і поясом, за рахунок руху надпліччя вперед і повороту тулубу в тому ж напрямі. При цьому велика величина тяги спричиняє згинання пальців, а менш виражене посилення - розгинання пальців кисті. Як і в ліктьовому шарнірі, можливе управління фіксацією положення пальців різким ослабленням натягнення тяги за рахунок повернення надпліччя в початкове положення.

Крім керованих рухів, протез забезпечує пасивну ротацію кисті, передпліччя відносно плеча (над ліктьовим шарніром) і рухливість плечового шарніру з безступеневою фіксацією. Зміна положення плеча проводиться при положенні згинання в ліктьовому шарнірі під прямим кутом, шляхом його переміщення, натисненням на стегно хворого, на стіл або інший предмет. Фіксація досягнутого положення проводиться тиском по осі плеча до упора. Розфіксація наданого положення плеча досягається також шляхом тиску по подовжній осі плеча, але з меншою силою.

Для найкращої фіксації протезу і більш чіткої передачі руху надпліччя на механізм управління, приймальна гільза - наплічник виготовляється жорсткою з поліетилену. Утримується він як тягою, що забезпечує управління рухами ліктьового шарніру та кисті, так і додатковим ременем, що охоплює тулуб на рівні пахвової западини протилежної сторони.

Протез призначають хворим з куксою після вилучення одного або обох плечей, а також хворим з короткою куксою плеча (довжина від акроміального паростка лопатки 5-6 см) або хворим з короткими куксами обох плечей.

Перед протезуванням потрібно провести підготовку. Хворий повинен займатися лікувальною гімнастикою за спеціальною програмою з метою збільшення об'єму і сили рухливості надпліччя. Крім того, необхідно підготувати тканини кукси до сприйняття тиску в області надпліч. З цією метою можна рекомендувати вправи з м'ячем, під час яких хворий проводить удар по ньому областю надпліч.

Зняття мірки, виготовлення гіпсового негативу та примірку проводять в основному за загальноприйнятою методикою. Потрібно звернути увагу на ретельне моделювання наплічника і підгонку тяги. Необхідно пояснити хворому і навчити його рухам надпліччя для забезпечення спочатку тягового, а потім пневматичного режиму.

Видавати протез хворому можна тільки після навчання користуванню ним, що вимагає часу і терпіння. Хворий повинен уміти диференціювати рухи надпліччя вгору з нахилом в протилежну сторону від протезу і рухи надпліччя вперед (розведення лопаток) з поворотом тулубу в ту ж сторону. Необхідно навчити його робити ці рухи для натягнення тяги з більшою і меншою силою, щоб управляти згинанням або розгинанням, а також швидко повертати надпліччя в початкове положення для управління фіксацією заданого положення пальців кисті або в ліктьовому шарнірі. Тільки після освоєння хворим способу управління протезом можна навчати виконанню функцій. Писання та годування повинні здійснюватися хворим без опору протезом на стіл.

Хворий повинен навчитися за допомогою спеціального пристрою заряджати балон протезу від 10-літрового балону, що видається додому. Протезування хворих з використанням протезу конструкції, що розбирається, повинне проводитися в стаціонарі протезно-ортопедичного підприємства.